Introducción a la ventilación mecánica neonatal invasiva. Parte III. Ventilación de alta frecuencia

Introduction to invasive neonatal mechanical ventilation. Part III. High frequency ventilation

Esp. Paulo Damián Arnaudo°, Esp. María Luisa Videla Balaguer°°

RESUMEN

El artículo es la tercera parte de una serie destinada a conocer las modalidades ventilatorias invasivas más utilizadas en la actualidad. En esta oportunidad, se describe la ventilación de alta frecuencia (VAF), modalidad única, que se caracteriza principalmente por trabajar a niveles suprafisiológicos y ofrecer un volumen *tidal* bajo. La VAF se utiliza con fines preventivos, terapéuticos y/o de rescate ante diversas afecciones respiratorias del recién nacido. Sus objetivos son específicos y se dirigen principalmente a evitar la hipoxemia y la acidosis, y disminuir la posible lesión pulmonar que ocasionaría, en determinados casos, la ventilación mecánica convencional para lograr los mismos objetivos.

Conocer los mecanismos de acción de la VAF, sus parámetros únicos y los cuidados prioritarios son materia imprescindible para la enfermería neonatal intensivista.

Palabras clave: *recién nacido, cuidado intensivo neonatal, modos ventilatorios, ventilación de alta frecuencia.*

ABSTRACT

The article is the third part of a series aimed at learning about the most widely used invasive ventilatory modalities today. This time, high-frequency ventilation (HFV) is described, a single modality, which is mainly characterized by working at supraphysiological levels and offering a low tidal volume. HFV is used for preventive, therapeutic and/or rescue purposes in various respiratory conditions of the newborn. Its objectives are specific and are mainly aimed at avoiding hypoxemia and acidosis, and reducing the possible lung injury that would be caused, in certain cases, by conventional mechanical ventilation to achieve the same objectives.

Knowing the mechanisms of action of HFV, its unique parameters and priority care are essential matters for nurses and neonatal intensive care nurses.

Keywords: *newborn, neonatal intensive care, ventilatory modes, high frequency ventilation.*

Cómo citar: Arnaudo PD, Videla Balaguer ML. Introducción a la ventilación mecánica neonatal invasiva. Parte III. Ventilación de alta frecuencia. *Rev Enferm Neonatal*. 2022;38:6-13.

° Especialista en Enfermería Neonatal. Enfermero asistencial, Servicio de Maternidad, Pediatría y Neonatología. Hospital Regional Madre Catalina Rodríguez. Merlo, San Luis, Argentina. ORCID: 0000-0001-8272-2557.

°° Especialista en Enfermería Neonatal. Enfermera asistencial de la Terapia Intensiva Pediátrica, Hospital de Niños Dr. Debilio Blanco Villegas, Tandil, Buenos Aires, Argentina. ORCID: 0000-0001-6048-6805.

Correspondencia: mlvidelab@gmail.com

Conflictos de interés: ninguno que declarar.

Recibido: 1 de diciembre de 2021.

Aceptado: 12 de marzo de 2022.

ARK-CAICYT: http://id.caicyt.gov.ar/ark:/s25916424/wbccq0a81

INTRODUCCIÓN

La ventilación de alta frecuencia (VAF) es un nuevo modo de terapia ventilatoria que se utilizó en forma experimental a fines de la década de los 80' y en los últimos años se ha difundido en diferentes servicios de neonatología, en el tratamiento de recién nacidos (RN) con insuficiencia respiratoria y otras patologías.

En inglés, la VAF, es denominada *high-frequency positive pressure ventilation* (HFPPV). Su nombre especifica que el modo ofrece control de la presión. Permite programar la presión media en la vía aérea (MAP) igual o superior a las otorgadas en la ventilación mecánica convencional (VMC), pero sin cambios bruscos entre la presión inspiratoria máxima (PIM) o de fin de expiración (PEEP). La MAP es constante y a través de una frecuencia respiratoria (FR) elevada y un volumen *tidal* (Vt) bajo logra la ¨apertura del pulmón¨, favorece la ventilación (eliminación de CO_2) y la oxigenación.

De esta manera, se infiere que el objetivo principal es reclutar alvéolos y mantener la apertura del pulmón en una zona de seguridad, para evitar la sobredistención y la lesión pulmonar.

Para comenzar a desarrollar todos los conceptos es necesario conocer que los parámetros son únicos e independientes. Estos son la MAP, la amplitud o delta P, la FR y la fracción inspirada de oxígeno (FiO_2). A diferencia de otros modos ventilatorios, la FR se mide en Hertz (Hz). Un Hz es una revolución por segundo; cada minuto son 60 revoluciones o sea 60 ciclos respiratorios por minuto.

Mecanismos de acción

El primer respirador generador de VAF fue patentado por John Emmerson en 1959 y constaba de un vibrador de la vía aérea. Posteriormente, Luckehmeiker en 1972, estudiando la impedancia torácica en perros apneicos, descubrió que podía mantener una CO_2 normal utilizando pequeños volúmenes de aire en la vía aérea en los animales con frecuencias de 23 a 40 Hz.[1]

Sjöstrand y col., utilizaron VAF en adultos con insuficiencia respiratoria con buenos resultados y en situaciones quirúrgicas para disminuir el movimiento respiratorio en las cirugías torácicas. Carlon et al., utilizaron un tipo de ventilación por jet en adultos con fístula broncopleural.[2,3]

Frantz junto a sus colaboradores en Boston, Estados Unidos, aplicó la técnica de VAF en RN mediante un estudio realizado en diez lactantes con síndrome de dificultad respiratoria grave y cinco lactantes con enfisema intersticial pulmonar. No se observaron efectos secundarios clínicos o patológicos adversos, y encontraron mejoras clínicas y radiológicas en los pacientes con enfisema después del inicio del tratamiento y una marcada disminución de la presión traqueal. Comunicaron, entonces, que la VAF podía tener un papel en el tratamiento del barotrauma preexistente y su prevención.[4]

A la hora de explicar el intercambio gaseoso durante la VAF, lo que más llama la atención es que se puede lograr un intercambio gaseoso adecuado con un Vt menor o igual al volumen utilizado en al espacio muerto anatómico (Vd). Este fenómeno de alguna manera contradice las bases de la fisiología pulmonar aplicada a la VMC, debido a que en ella la ventilación alveolar es igual a la FR multiplicada por el resultado del Vt menos el Vd. Se postula que, para lograr la ventilación alveolar, el Vt es siempre mayor al Vd, sin posibilidad de equiparase ni invertirse estos valores entre sí. Por lo tanto, en la VMC, "si el Vd fuera menor que el Vt, no habría ventilación".[5]

El cálculo de la ventilación alveolar minuto se realiza con la siguiente ecuación:

$$\text{Ventilación alveolar minuto} = (Vt - Vd) \times FR$$

Fue Chang quien describió 5 modos principales de transporte de gas que ocurren durante la VAF:[6]

1. La ventilación alveolar directa en las unidades pulmonares proximales a la vía aérea.
2. La mezcla convectiva en masa en las vías respiratorias como resultado de la recirculación de aire entre unidades con constantes de tiempo heterogéneas (*pendelluft*).
3. El transporte convectivo de gases debido a la asimetría en la velocidad inspiratoria y espiratoria.
4. La dispersión longitudinal de gas debido a remolinos turbulentos dentro de la vía aérea.
5. La difusión molecular cerca de la membrana alvéolo-capilar.

En la VAF, el intercambio gaseoso se realiza a través de tres mecanismos (*Figura 1*). La convección, que genera un flujo anterógrado de gas a predominio de las vías aéreas más grandes; la difusión que ocasiona el movimiento de partículas gaseosas por gradiente parcial de presión con mayor repercusión en las vías aéreas más pequeñas y, por último, la turbulencia, que dispersa partículas de gas ocasionando un flujo elevado.[6]

Desde sus inicios, los objetivos en VAF estuvieron dirigidos a optimizar el intercambio de gases, lograr un adecuado reclutamiento alveolar, evitar grandes

fluctuaciones de presión y de volumen, disminuir el riesgo de una posible lesión pulmonar inducida por el ventilador y aminorar los efectos hemodinámicos secundarios a las elevadas presiones intratorácicas en el paciente grave ventilado.

Tipos de ventilación de alta frecuencia

- ***Jet (VAFJ) o por chorro:*** proporciona cortos pulsos de gas caliente y humidificado a alta velocidad. Este ventilador está diseñado para ser conectado en paralelo con cualquier ventilador convencional que provea un flujo de gas adicional para proporcionar PEEP, mantiene la capacidad funcional residual (CFR), proporciona "suspiros" o ventilaciones convencionales intermitentes como maniobra de reclutamiento alveolar.

  La amplitud está determinada por la diferencia entre la PIM del *Jet* y la PEEP de la VMC.

  El Vt generado por este equipo puede ser mayor o menor que el Vd. Se utiliza una FR de 4 a 11 Hz y por ser la espiración pasiva, la relación inspiración espiración (I:E) debe ser 1:6 para disminuir la posibilidad de atrapamiento aéreo.

  Este respirador fue aprobado en Estados Unidos, pero no está disponible en Argentina.[1]

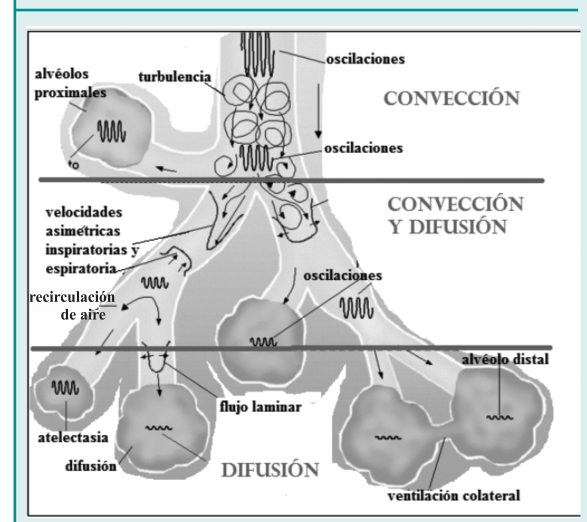
- ***Con interrupción de flujo (VAFIF):*** la onda de presión es generada por una válvula o solenoide que interrumpe de forma intermitente y a frecuencias elevadas el alto flujo de gas por el circuito. Se utiliza en conjunto a la VMC que aporta PEEP y ventilaciones convencionales. La amplitud es la resultante de la diferencia entre la PEEP y la PIM.

  La espiración es pasiva, depende de la retracción elástica del pulmón y de la parrilla costal del paciente, y es facilitada mediante un mecanismo tipo venturi ubicado en la válvula espiratoria para favorecer el retorno de la presión. Se lo considera un respirador híbrido entre la VAF oscilatoria y la VAFJ.[1] Este equipo no se encuentra disponible en Argentina.

- ***Oscilatoria (VAFO):*** conocido también en inglés como *high frequency oscillatory ventilation* (HFVO). Proporciona un volumen de gas a través de un pistón o diafragma que comprime y libera la mezcla de forma bidireccional a través de la rama inspiratoria, con la presencia de una resistencia en la rama espiratoria.

  Las vibraciones generadas por el movimiento del pistón crean fluctuaciones de presión, con una amplitud variable, determinando el Vt entregado al paciente. El flujo de gas ingresa al circuito luego del diafragma, y junto al control del flujo basal y la apertura de la válvula espiratoria se determina la MAP.

Figura 1. Intercambio de gases en ventilación de alta frecuencia



Fuente: imagen modificada de internet.

Tabla 1. Diferencias entre la ventilación mecánica convencional y la de alta frecuencia oscilatoria

Diferencias	VMC	VAFO
FR (rpm)	10-60	> 150
VT (ml/kg)	4-8	1-3
Espiración	Pasiva	Activa
P alveolar (cmH_2O)	5-50	0,1-20
Ventilación	FR x VT	FR x VT^2

VMC: ventilación mecánica convencional;
VAFO: ventilación de alta frecuencia oscilatoria;
FR: frecuencia respiratoria; VT: volumen tidal;
P: presión; $cmHO_2$: centímetros de agua.

Fuente: Ministerio de Salud de la Nación. Atención y Cuidado del Recién Nacido Prematuro: Cuidados respiratorios. Pautas y lineamientos prácticos/1a ed.- Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Argentina 2019.

El respirador más utilizado en Sudamérica y EE. UU., es el SensorMedics® 3100A, aprobado en 1991.[5] En Argentina, se encuentran actualmente aprobados para administrar VAFO el SensorMedics® 3100A, Babylog® VN500 y 800plus, Fabian®, SLE5000® y SLE6000®.

Los equipos tienen la particularidad de poseer una espiración activa, por lo cual la posibilidad de atrapamiento aéreo es mínima. La relación I:E que generalmente se programa es 1:1 o 1:2. Tiene la ventaja respecto al VAFJ y al VAFIF, que sus parámetros se pueden modificar de manera independiente lo cual facilita su uso.

Indicaciones de ingreso a ventilación de alta frecuencia oscilatoria

Se ha utilizado en enfermedades pulmonares graves que tienen una alta morbimortalidad en neonatos, logrando la apertura pulmonar necesaria para un intercambio gaseoso efectivo.[7]

En el RNPT con síndrome de dificultad respiratoria, se utiliza como estrategia preventiva. Como estrategia de rescate se emplea en los pacientes que no responden a la VMC. Puede elegirse de manera inicial también como estrategia de bajo volumen en pacientes con síndrome de aspiración de líquido amniótico meconial, neumotórax, neumopericardio, enfisema pulmonar intersticial, hipoplasia pulmonar o hipertensión pulmonar persistente neonatal. El tratamiento de esta última enfermedad es más efectivo cuando se combina con óxido nítrico inhalado. A su vez, el uso de este gas es más eficaz cuando se emplea con VAFO en comparación a su uso en VMC.[8,9] Uno de los parámetros de criticidad respiratoria más utilizados es el índice de oxigenación (IO). Algunos autores consideran criterio de ingreso a VAFO, cuando el IO es mayor o igual a 25 en RN de término y de 20 en el pretérmino.

El cálculo del IO, se realiza con la siguiente formula:

$$IO = 100 \times FiO_2 \times MAP/PaO_2$$

En la actualidad no hay evidencia de que la VAFO supere los efectos de la VMC. La diferencia en sus resultados depende del paciente, del conocimiento y la experiencia del equipo de salud en esta modalidad.

No hay contraindicaciones específicas de VAFO, pero hay que tener en cuenta que esta modalidad es menos eficaz en los procesos patológicos con mayor resistencia de las vías respiratorias, pudiendo provocar atrapamiento de aire, hiperinsuflación, barotrauma pulmonar, neumomediastino, neumotórax, neumopericardio y enfisema intersticial pulmonar.

Los efectos adversos cardiovasculares secundarios incluyen disminución del retorno venoso, disminución del gasto cardíaco, hemorragia intraventricular, aumento de la presión intratorácica y aumento del riesgo de sepsis.[10]

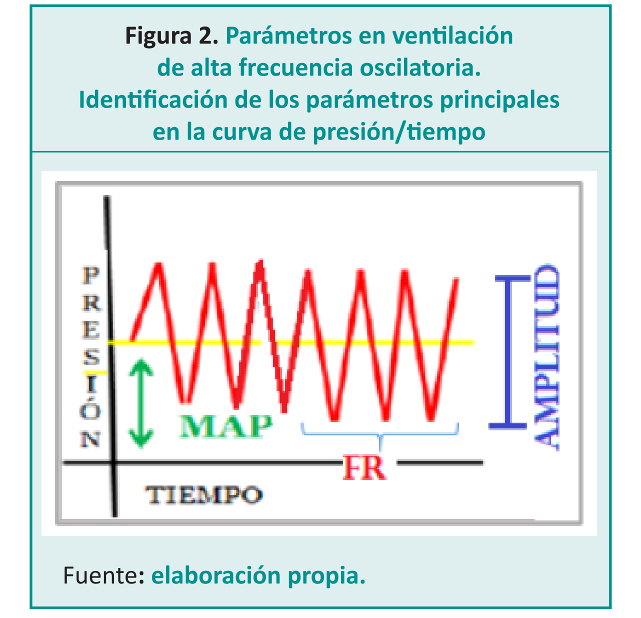
Parámetros ventilatorios a programar

- **Fracción inspirada de oxígeno (FiO_2):** parámetro que se utiliza para incrementar o disminuir el porcentaje de oxígeno ofrecido, mezclado y humidificado. Su elección dependerá directamente de la saturometría (StO_2) del neonato.
- **Presión media en la vía aérea (MAP):** en la VAFO, se controla como valor independiente; se mantiene estable durante todo el ciclo respiratorio. La MAP permite reclutar espacios alveolares y mejorar la relación ventilación/perfusión, evita atelectasias y preserva la función del surfactante.[11]

  Repercute directamente en la oxigenación del paciente y atenúa la lesión pulmonar gracias a su estabilidad. Al incrementarla, aumenta la PaO_2 y su disminución genera el descenso.[5] Se mide en centímetros de H_2O.

  Generalmente se recomienda comenzar con una MAP igual o mayor que la obtenida en el VMC, titular de a 1-2 cm hasta alcanzar la StO_2 deseada. Una vez alcanzada la MAP adecuada al paciente, se podrá comenzar a descender la FiO_2. En los pacientes con escapes de aire se recomienda comenzar con MAP igual o menor a los programados en VMC.
- **Frecuencia respiratoria:** se mide en Hz. Generalmente se utilizan FR de 4 a 15 Hz. Es un parámetro poco modificado durante la terapia, únicamente se modifica de manera secundaria a fallas en la ventilación, se sugiere mejorar primero la amplitud y luego la FR. La variación de la FR repercute en el Vt

Figura 2. **Parámetros en ventilación de alta frecuencia oscilatoria. Identificación de los parámetros principales en la curva de presión/tiempo**



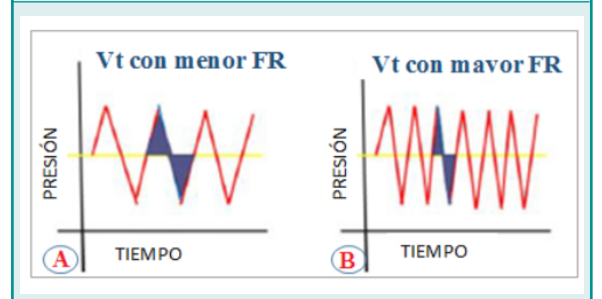
Fuente: **elaboración propia.**

entregado (*Figuras 2 y 3*). A diferencia de la VMC, en VAFO al aumentar la FR disminuye el Vt y aumenta la retención de CO_2, y al disminuirla aumenta el Vt con incremento de la eliminación de CO_2.

Se sugiere, en los menores de 1500 g, iniciar con 12-15 Hz y en los de mayor peso con 10 Hz. En los RN de mayor peso y con pulmón sano, se recomienda iniciar con frecuencias más bajas, de 7 a 10 Hz.

- **Amplitud***:* es la diferencia entre la presión máxima y la mínima que oscila alrededor de la MAP en cada ciclo respiratorio. Es otorgada por la distancia y la fuerza con la que se mueve el pistón desde la línea de base. En la clínica del paciente, se evidencia en las vibraciones. Se mide en centímetros de agua (cmH_2O) y tiene estrecha relación con la ventilación; a mayor amplitud se incrementa la distancia del pistón para moverse, aumenta el Vt y la eliminación de CO_2.

Figura 3. **Relación del volumen *tidal* y la frecuencia respiratoria en curvas de presión-tiempo**



Vt: volumen *tidal*; FR: frecuencia respiratoria.
Las áreas coloreadas representan al Vt durante un ciclo respiratorio. A) Se observa como a menor FR mayor Vt. B) A mayor FR moviliza menor Vt.
Fuente: **elaboración propia.**

Las recomendaciones en los parámetros de inicio varían; generalmente se comienza con el valor de la PIM en VMC o un valor al doble de la MAP y se asciende de a 2 puntos hasta observar la vibración en el tórax del paciente.

Cuidados principales de enfermería al paciente neonatal en ventilación de alta frecuencia

Para ofrecer atención a un RN con VAFO se recomienda tener conocimientos y amplia experiencia en la atención del paciente con VMC.

- Seguimiento del paciente: conocer al RN, su patología, sus parámetros vitales basales previos al ingreso a VAFO y los objetivos terapéuticos. Tener en cuenta los últimos resultados de estado ácido base (EAB), IO y hemograma.
- Conocer los mecanismos de acción de VAFO: el equipo, las tubuladuras, el ensamblado del circuito y las variables que manejan la ventilación y la oxigenación, para comprender los cambios realizados por el médico y evaluar los resultados en el paciente.
- En síntesis, mejorar la oxigenación reclutando alvéolos con el aumento de la MAP y la FiO_2, mejorar la ventilación y disminuir la hipercapnia con el aumento del Vt, el ascenso de la amplitud y el descenso de la FR (*Tabla 2*).
- Evaluación clínica y respiratoria permanente, detallada y ordenada.
- Monitorización multiparámetrica completa incluyendo en lo posible tensión arterial invasiva (TAI) y monitoreo transcutáneo de CO_2 o exhalado. El monitor de CO_2 es útil para evaluar los cambios y actuar en consecuencia; la VAFO tiene una gran eficacia para modificar los valores de CO_2 en sangre. Es importante cotejar los valores ofrecidos por los monitores con los resultados séricos del EAB para establecer fidelidad o diferencia entre ambos datos.

Tabla 2. **Modificación de parámetros según el estado del paciente**

	Buena oxigenación	Mala oxigenación	Signos de hipoventilación	Signos de hiperventilación
Primer paso	↓ FiO_2	↑ FiO_2	↑ Amplitud	↓ Amplitud
Segundo paso	↓ MAP	↑ MAP	↓ FR	↑ FR

Fuente: internet.
FiO_2: fracción inspirada de oxígeno; MAP: presión media en la vía aérea; FR: frecuencia respiratoria.

- Minimizar la fluctuación de FiO_2; responder de manera rápida a las alarmas de StO_2; corroborar perfusión y onda de pulso; modificar de 2 a 5 puntos el porcentaje y esperar la respuesta junto al paciente conociendo los tiempos del monitor. Buscar mantener la StO_2 entre el 89-94 % con PaO_2 de 60-80 mmHg para disminuir el oxitrauma.[12] Verificar la posición del sensor, cubrir de la luz para evitar interferencias y rotar cada 2 a 3 h. En pacientes con hipertensión pulmonar, colocar saturometría preductal y post ductal.
- Tomar EAB a los 30 minutos de comenzado el tratamiento. El descenso brusco de la CO_2 modifica la perfusión cerebral y aumenta el riesgo de hemorragia intraventricular; este parámetro debe seguirse estrechamente.
- Control de signos vitales y registro cada 2 h, por observación o contacto.
- Vigilar el estado hemodinámico del paciente: coloración, perfusión, pulsos periféricos, tensión arterial media, frecuencia cardíaca, pH y ácido láctico. La estabilidad en el estado hemodinámico colabora directamente con la oxigenación, el paciente puede requerir inotrópicos o expansiones de volumen.
- Preservar la MAP óptima durante los cuidados: mantener el circuito cerrado, aspirar las secreciones antes del ingreso y evitar la aspiración en las primeras horas para favorecer el reclutamiento alveolar. Aspirar únicamente ante la sospecha o presencia visible de secreciones, disminución de los movimientos torácicos sin modificación previa de la amplitud, disminución de la StO_2 o incremento de los niveles de CO_2tc. Con técnica de aspiración abierta se precisan dos operadores, presión media de aspiración y tiempo entre 6 y 8 segundos.[5,10] Para la auscultación, se sugiere colocar el ventilador en espera por unos segundos, mientras queda el paciente en CPAP.
- Control radiológico: la primera radiografía se solicita a los 30 minutos del ingreso a VAFO. Enfermería interviene directamente, posiciona en forma correcta al RN para evitar repeticiones prevenibles, disminuir la exposición a la radiación, el malestar, los cambios térmicos y la inestabilidad clínica por exceso de manipulación. Es importante verificar la correcta posición del chasis, simetría del paciente, colimado de la técnica, protección gonadal y prevención de demoras.

  En la radiografía, se debe evaluar los espacios intercostales (EIC) ventilados: una expansión adecuada (volumen pulmonar) se considera con 8/9 espacios en el arco costal posterior con campos pulmonares claros. Si supera los 9 EIC con diafragma plano y silueta cardíaca estrecha, probablemente se encuentre en hiperinsuflación, con el riesgo de generar hipoxemia por sobredistensión, alteración del flujo pulmonar, disminución del volumen minuto cardíaco por disminución del retorno venoso, mala perfusión periférica y acidosis metabólica.[5]
- Neurodesarrollo: la VAFO genera vibraciones y ruido constante que se acentúa con el incremento de la amplitud. Esto genera estrés en

Figura 4. Monitorización de CO_2







A: Monitor transcutáneo de CO_2 con kit de uso; en la pantalla se observa CO_2t, StO_2 y FC.
B: Sensor de CO_2 exhalado. C) Módulo de monitor CO_2 exhalado.
Fuente: internet.

Figura 5. Atenuadores de sonidos



Fuente: internet.

el RN, ocasiona episodios de descompensación respiratoria y hemodinámica.[13] Los niveles de sonido en las UCIN, a menudo exceden el nivel máximo aceptable de 45 dB recomendado por la Academia Americana de Pediatría. Implementar el sonómetro, las horas quietas y uso de dispositivos individuales para aminorar de sonido. Algunos equipos de VAFO, poseen atenuadores de sonido.

- Mantener una comunicación fluida y clara con la familia. La complejidad de la VAFO no debe interferir en el vínculo. Estimular la presencia permanente, el contacto con el RN y las intervenciones de cuidado posibles.

Avances de la ventilación de alta frecuencia en la actualidad

Estrategia de VAFO + volumen garantizado: en esta modalidad se establece el Vt objetivo como variable independiente y la amplitud se modifica automáticamente para suministrar el Vt deseado. Requiere programar la amplitud máxima.[14] Resulta útil ante cambios bruscos en la mecánica ventilatoria, como durante la administración de surfactante.

Esta modalidad ofrece mantener el Vt a lo largo del tiempo, y aumentar el volumen minuto respiratorio a través de las FR elevadas de la VAFO; alcanza una $PaCO_2$ más estable.[15]

VAFO no invasiva en el RN pretérmino: en el 2019, Li y col., presentaron un metanálisis de 8 estudios controlados aleatorizados que incluyeron 463 pacientes para evaluar la seguridad y eficacia de la VAFO nasal no invasiva (VAFOn) como soporte respiratorio en el RN pretérmino. Ellos evaluaron el efecto de la terapia con VAFOn y el de CPAP nasal bifásico (BiPAPn).

En VAFOn, la selección de interfaces no invasivas más pequeñas afecta el Vt y la difusión de CO_2 (DCO_2), por lo que se debe utilizar una menor FR y mayor amplitud.

Los estudios *in vitro* demostraron que las interfaces con cánula corta tuvieron una menor resistencia al flujo en el uso de CPAPn y al utilizar máscara facial para VAFOn disminuyó la amplitud de la oscilación.

El meta análisis estimó un menor riesgo de intubación, y eliminación más eficaz de CO_2 en los recién nacidos prematuros estables que toleran CPAPn. Aun así, los autores recomiendan evaluar la eficacia y seguridad con ensayos clínicos mayores.[16]

CONCLUSIÓN

Este artículo es el último de la serie destinada al conocimiento de los modos ventilatorios invasivos neonatales. La VAF se ofrece como una más de las modalidades, en donde por su estrategia preventiva o de rescate, atenúa la posibilidad de lesión pulmonar derivada de la VMC.

Cuidar a los RN en VAF es un desafío para todo el equipo de salud, ya que los mecanismos de oxigenación y ventilación son complejos y difieren de la VMC. El trabajo en equipo, el seguimiento exhaustivo, la protocolización de intervenciones y los registros adecuados son las llaves que conducen a brindar los cuidados de calidad que nuestro paciente requiere.

REFERENCIAS

1. Bancalari M A. Ventilación de alta frecuencia en el recién nacido: Un soporte respiratorio necesario. *Rev Chil Pediatr*. [Internet]. 2003; 74(5):475-486.

2. Galmén K, Harbut P, Freedman J, Jakobsson JG. The use of high-frequency ventilation during general anaesthesia: an update. *F1000Res*. (Internet) 2017; 6:756.

3. Philip AG. The evolution of neonatology. *Pediatr Res*. (Internet) 2005; 58(4):799-815.

4. Frantz ID 3rd, Werthammer J, Stark AR. High-frequency ventilation in premature infants with lung disease: adequate gas exchange at low tracheal pressure. *Pediatrics*. 1983; 71(4):483-8.

5. Ministerio de Salud de la Nación. Atención y cuidado del recién nacido prematuro: cuidados respiratorios. Pautas y lineamientos prácticos. 1.ª ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Argentina, 2019. [Consulta: 22-03-22]. Disponible en: https://bancos.salud.gob.ar/recurso/atención-y-cuidado-del-recien-nacido-prematuro-cuidados-repiratorios.pdf

6. Chang HK. Mechanisms of gas transport during ventilation by high-frequency oscillation. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol.* 1984; 56(3):553-63.

7. Martínez-Lemus O, Pérez-González JA, Jiménez-Abreu SE, Rodríguez-Díaz H, Díaz-González L. Ventilación de alta frecuencia oscilatoria en recién nacidos. Revista Cubana de Medicina Intensiva y Emergencias. 2019;18(1). [Consulta: 15-03-22]. Disponible en: http://www.revmie.sld.cu/index.php/mie/article/view/422

8. Kinsella JP, Truog WE, Walsh WF, Goldberg RN, et al. Randomized, multicenter trial of inhaled nitric oxide and high-frequency oscillatory ventilation in severe, persistent pulmonary hypertension of the newborn. *J Pediatr.* 1997; 131(1 Pt 1):55-62.

9. Osio C. Ventilación de alta frecuencia en neonatología: veinte años después. *Arch Argent Pediatr.* 2014; 112(1):4-5.

10. Meyers M, Rodrigues N, Ari A. High-frequency oscillatory ventilation: A narrative review. *Can J Respir Ther*. 2019; 55:40-46.

11. Ceriani Cernadas JM. Neonatología Práctica. 4ta ed. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana; 2009. 415 p.

12. Grupo ROP. Ministerio de Salud de la Nación Guía de Práctica Clínica para la prevención, diagnóstico y tratamiento de la Retinopatía del Prematuro (ROP). 2016. [Consulta: 15-03-22]. Disponible en: https://bancos.salud.gob.ar/sites/default/files/2018-10/0000000723cnt-guia-rop-2016.pdf.

13. Almadhoob A, Ohlsson A. Sound reduction management in the neonatal intensive care unit for preterm or very low birth weight infants. *Cochrane Database Syst Rev*. 2020; 1(1):CD010333.

14. Tuzun F, Deliloglu B, Cengiz MM, Iscan B, et al. Volume Guarantee High-Frequency Oscillatory Ventilation in Preterm Infants With RDS: Tidal Volume and DCO_2 Levels for Optimal Ventilation Using Open-Lung Strategies. *Front Pediatr*. 2020; 8:105.

15. González-Pacheco N, Sánchez-Luna M, Ramos-Navarro C. Navarro-Patiño N, de la Blanca AR. Using very high frequencies with very low lung volumes during high-frequency oscillatory ventilation to protect the immature lung. A pilot study. *J Perinatol*. 2016; 36:306-10.

16. Li J, Li X, Huang X, Zhang Z. Noninvasive high-frequency oscillatory ventilation as respiratory support in preterm infants: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Respir Res*. 2019; 20(1):58.